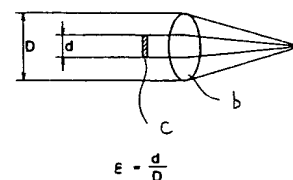
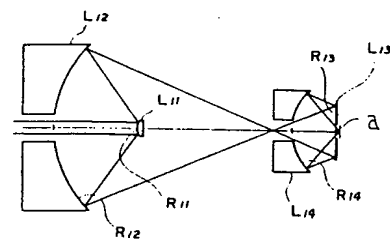


(54) REFLECTION TYPE MICROSCOPE OBJECTIVE LENS, PROJECTING AND VERTICAL ILLUMINATING DEVICE FOR REFLECTION TYPE MICROSCOPE HAVING THIS OBJECTIVE LENS AND REFLECTION TYPE MICROSCOPE SYSTEM HAVING THIS OBJECTIVE LENS

- (11) 4-407 (A) (43) 6.1.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-100438 (22) 18.4.1990
 (71) HITACHI LTD (72) HIROYA KOSHISHIBA(1)
 (51) Int. Cl.⁵ G02B17/00, G02B13/18, G02B21/00, G02B21/02, G02B21/08, G02B21/16

PURPOSE: To obtain the lens which has a large numerical aperture, a small central shielding rate and a high resolution by constituting the objective lens of two concave mirrors, a plane mirror and a convex mirror and forming this lens so as to satisfy prescribed conditions.

CONSTITUTION: The reflected light from an object surface is reflected by the concave mirror L_{14} , the plane mirror L_{13} , the concave mirror L_{12} , and the concave mirror L_{11} in this order, by which images are formed. These mirrors are so formed as to satisfy the conditions to attain $|u| > |u'|$ when the angle formed by the incident ray on the concave mirror L_{14} with the optical axis is designated as u and the angle formed by the reflected ray with the optical axis as u' . The large numerical aperture is, therefore, obtd. with the reflecting mirror having a large F-number and since the resolving power of the lens is inversely proportional to the numerical aperture, the high resolving power is obtd. The central shielding rate ϵ is decreased to $\leq 20\%$ as against 40 to 50% of the conventional lenses by adequately selecting the lens diameter and spacing.



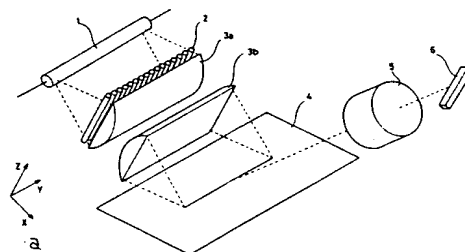
a: object surface, b: lens, c: shielding body

(54) METHOD AND DEVICE FOR LIGHTING

- (11) 4-408 (A) (43) 6.1.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-94591 (22) 10.4.1990
 (71) NIPPON SEIKO K.K. (72) YOSHIYUKI AOYAMA
 (51) Int. Cl.⁵ G02B19/00, H01L21/66

PURPOSE: To generate linear luminous flux which has uniform intensity, to make a high S/N read, and to improve inspection accuracy by arranging two cylindrical lenses and an integrator on the optical axis of a linear light source.

CONSTITUTION: The 1st and 2nd cylindrical lenses 3a and 3b are arranged between the linear light source 1 and a body 4 to be inspected and the integrator 2 is further provided between the light source 1 and 1st cylindrical lens 3a. The integrator 2 is arrayed in a direction Y perpendicular to an optical glass rod and the optical axis and uniforms the intensity of illumination light in the direction Y. In this constitution, the linear luminous flux from the light source 1 is made into luminous flux parallel to the optical axis through the lens 3a and passed through the lens 3b to generate the linear luminous flux which has uniform intensity on the focus axis in an image space. Therefore, an image pickup element 6 can make a read with a high S/N and the inspection accuracy of a wiring pattern, etc., can be improved.



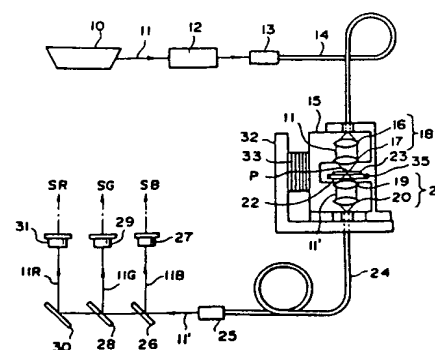
a: direction of optical axis

(54) CONFOCAL SCANNING TYPE MICROSCOPE

- (11) 4-409 (A) (43) 6.1.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-143544 (22) 1.6.1990 (33) JP (31) 89p.246946 (32) 22.9.1989(2)
 (71) FUJI PHOTO FILM CO LTD (72) OSAMU IWASAKI
 (51) Int. Cl.⁵ G02B21/00

PURPOSE: To allow high-speed scanning and to simplify constitution as well as to reduce the cost thereof by integrally holding a light transmitting optical system and a light receiving optical system and moving a moving base back and forth at a high speed thereby executing the main scanning of a light point.

CONSTITUTION: The light transmitting optical system 18 consisting of a collimator lens 16 and an objective lens 17 and the light receiving optical system 21 consisting of an objective lens 19 and a condenser lens 20 are integrally fixed to the moving base 15. A sample base 22 carrying a sample 23 is disposed between these two optical systems 18 and 21. The moving base 15 is moved back and forth at a high speed via a laminated piezoelectric element 33 and the main scanning of the light point is executed. On the other hand, the sample base 22 is subjected to sub-scanning at the speed lower than the main scanning speed in the direction perpendicular to the main scanning direction by a prescribed pulse motor. Since the sample base 22 cannot be moved at a high speed, the splashing away of the sample 23 does not arise and the high-speed scanning is possible.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-000409

(43)Date of publication of application : 06.01.1992

(51)Int.Cl.

G02B 21/00

(21)Application number : 02-143544

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 01.06.1990

(72)Inventor : IWASAKI OSAMU

(30)Priority

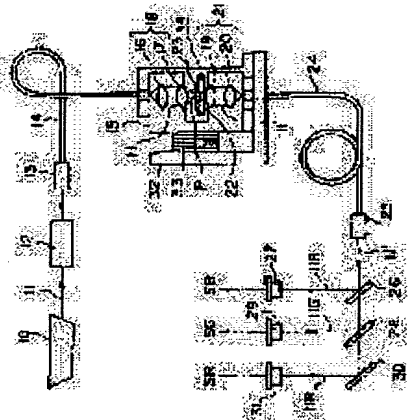
Priority number : 01246946	Priority date : 22.09.1989	Priority country : JP
02 31779	13.02.1990	JP
02 94654	10.04.1990	JP

(54) CONFOCAL SCANNING TYPE MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To allow high-speed scanning and to simplify constitution as well as to reduce the cost thereof by integrally holding a light transmitting optical system and a light receiving optical system and moving a moving base back and forth at a high speed thereby executing the main scanning of a light point.

CONSTITUTION: The light transmitting optical system 18 consisting of a collimator lens 16 and an objective lens 17 and the light receiving optical system 21 consisting of an objective lens 19 and a condenser lens 20 are integrally fixed to the moving base 15. A sample base 22 carrying a sample 23 is disposed between these two optical systems 18 and 21. The moving base 15 is moved back and forth at a high speed via a laminated piezoelectric element 33 and the main scanning of the light point is executed. On the other hand, the sample base 22 is subjected to sub-scanning at the speed lower than the main scanning speed in the direction perpendicular to the main scanning direction by a prescribed pulse motor. Since the sample base 22 cannot be moved at a high speed, the splashing away of the sample 23 does not arise and the high-speed scanning is possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-409

⑬ Int. Cl.⁹
G 02 B 21/00

識別記号

庁内整理番号
7246-2K

⑭ 公開 平成4年(1992)1月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 共焦点走査型顕微鏡

⑯ 特 願 平2-143544

⑰ 出 願 平2(1990)6月1日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)9月22日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-246946

㉑ 平2(1990)2月13日 ㉒ 日本(JP) ㉓ 特願 平2-31779

㉔ 平2(1990)4月10日 ㉕ 日本(JP) ㉖ 特願 平2-94654

㉗ 発 明 者 岩 崎 修 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内

㉘ 出 願 人 富士写真フィルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地

㉙ 代 理 人 弁理士 柳田 征史 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

共焦点走査型顕微鏡

2. 特許請求の範囲

試料が載置される試料台と、

照明光を発する光源と、

この照明光を試料上において微小な光点として結像させる送光光学系と、

前記試料からの光束を集光して点像に結像させる受光光学系と、

この点像を検出する光検出器と、

前記送光光学系と受光光学系とを一体的に保持する移動台と、

この移動台を、前記光点が前記試料上を一方向に主走査するように往復移動させる主走査手段と、

前記移動台と試料台とを、前記主走査の方向とはほぼ直交する方向に、該主走査の速度よりも低い速度で相対移動させて、前記光点を前記試料上において副走査させる副走査手段とからなる共焦点走査型顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は共焦点走査型顕微鏡、特に詳細には光点の走査機構が改良された共焦点走査型顕微鏡に関するものである。

(従来の技術)

従来より、照明光を微小な光点に収束させ、この光点を試料上において2次元的に走査させ、その際該試料を通過した光あるいはそこで反射した光、さらには試料から発せられた蛍光を光検出器で検出して、試料の拡大像を担持する電気信号を得るようにした光学式走査型顕微鏡が公知となっている。

なかでも、照明光を光源から発生させた上で試料上において光点に結像させる一方、この試料からの光束を再度点像に結像させてそれを光検出器で検出するように構成した共焦点走査型顕微鏡は、試料面上にピンホールを配する必要が無く、実現容易となっている。

この共焦点走査型顕微鏡は基本的に、

照明光を発する光源と、

試料が載置される試料台と、

この照明光を試料上において微小な光点として結像させる送光光学系と、

上記試料からの光束(透過光、反射光あるいは蛍光)を集光して点像に結像させる受光光学系と、

この点像を検出する光検出器と、

上記光点を試料上において2次元的に走査させる走査機構とから構成されるものである。なお特開昭62-217218号公報には、この共焦点走査型顕微鏡の一例が示されている。

(発明が解決しようとする課題)

従来の共焦点走査型顕微鏡においては、上記走査機構として、

①試料台を2次元的に移動させる機構、あるいは
②照明光ビームを光偏向器によって2次元的に偏向させる機構が用いられていた。

しかし①の機構を採用した場合には、高速走査を行なうと試料が飛んでしまうという問題が生じていた。顕微鏡で観察される試料としては生物試

料も多く、この生物試料を観察する際に高速走査ができないと、生物試料の微妙な動きを捕えることが不可能となる。また、このような生物試料に限らなくても、ほぼリアルタイムで試料像を撮像したいという要求は広く存在するものであり、高速走査が不可能であれば、当然、このような要求に応えることができない。

一方、②の機構によれば十分高速の走査が可能であるが、この機構においては、ガルバノメータミラーやAOD(音響光学光偏向器)等の高価な光偏向器が必要であるという難点がある。またこの②の機構においては、照明光ビームを光偏向器で振るようにしているから、送光光学系の対物レンズにはこの光ビームが刻々異なる角度で入射することになり、それによる収差を補正するために対物レンズの設計が困難になるという問題も認められている。特にAODを使用した場合には、対物レンズ以外にもAODから射出した光束に非点収差が生ずるため特殊な補正レンズが必要となり、光学系をより複雑なものとしている。

そこで本発明は、高速走査が可能で、その一方、構成が簡単で安価に形成することができる共焦点走査型顕微鏡を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明による共焦点走査型顕微鏡は、先に述べたような試料台と、光源と、送光光学系と、受光光学系と、光検出器と、光点の2次元走査機構とを備えた共焦点走査型顕微鏡において、

上記送光光学系と受光光学系とを一体的に保持する移動台と、

この移動台を、上記光点が試料上を一方に主走査するように往復移動させる主走査手段と、

上記移動台と試料台とを、上記主走査の方向とほぼ直交する方向に、該主走査の速度よりも低い速度で相対移動させて、上記光点を試料上において副走査させる副走査手段とによって走査機構を構成したことを特徴とするものである。

なお上述の副走査手段は、移動台を移動させるものであってもよいし、それとは反対に、試料台

を移動させるものであってもよい。副走査速度は比較的低速とすることができるから、上記のように試料台を移動させても、試料が飛んでしまうことを防止可能である。

上記の構成においては、光点走査のために照明光ビームが振られることがないから、光学系の設計は光軸上の光線のみを考えて行なえばよいことになり、該光学系の設計は非常に容易となる。

(実施例)

以下、図面に示す実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

第1図は、本発明の第1実施例による透過型共焦点走査型顕微鏡を示すものであり、また第2および3図は、それに用いられた走査機構を詳しく示している。第1図に示されるように、RGBレーザ10からは、赤色光、緑色光および青色光からなる照明光11が射出される。この照明光11はビームコンプレッサ12でビーム径が縮小され、屈折率分布型レンズ13で集光されてシングルモード光ファイバー14内に入射せしめられる。

この光ファイバー14の一端は移動台15に固定されており、該光ファイバー14内を伝搬した照明光11はこの一端から出射する。この照明光ファイバー14の一端は、点光源状に照明光11を発することになる。移動台15には、コリメーターレンズ16および対物レンズ17からなる送光光学系18と、対物レンズ19および集光レンズ20からなる受光光学系21とが、互いに光軸を一致させて固定されている。また両光学系18、21の間には、移動台15と別体とされた試料台22が配されている。

上記の照明光11はコリメーターレンズ16によって平行光とされ、次に対物レンズ17によって集光されて、試料台22に載置された試料23上で微小な光点Pに結像する。試料23を通過した透過光11'の光束は、受光光学系21の対物レンズ19によって平行光とされ、次に集光レンズ20によって集光されて、シングルモード光ファイバー24の一端から該光ファイバー24内に入射せしめられる。この光ファイバー24の上記一端は移動台15に固定されており、またその他端には屈折率分布型レンズ25が

接続されている。光ファイバー24内を伝搬した透過光11'はその他端から出射し、上記屈折率分布型レンズ25によって平行光とされる。

この透過光11'はダイクロイックミラー26に入射し、その青色光11Bのみがそこで反射し、該青色光11Bは第1光検出器27によって検出される。ダイクロイックミラー26を通過した透過光11'は別のダイクロイックミラー28に入射し、その緑色光11Gのみがそこで反射する。この緑色光11Gは、第2光検出器29によって検出される。そして上記ダイクロイックミラー28を通過した透過光11'

(すなわち赤色光11R)はミラー30において反射して、第3光検出器31によって検出される。なお上記光検出器27、29、31としては例えばフォトダイオード等が用いられ、それらからは各々、試料23の拡大像の青色成分、緑色成分、赤色成分を担持する信号SB、SG、SRが出力される。

次に、照明光11の光点Pの2次元走査について、第2、3図を参照して説明する。第2図と第3図はそれぞれ、移動台15の周辺部分を、第1図の上

方側、右方側から見た状態を示している。この移動台15は架台32に、積層ピエゾ素子33を介して保持されている。積層ピエゾ素子33はピエゾ素子駆動回路34から駆動電力を受けて、移動台15を矢印X方向に高速で往復移動させる。この往復移動の振動数は、例えば10kHzとされる。その場合、主走査幅を100 μ mとすると、主走査速度は、

$$10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6} \times 2 = 2 \text{ m/s}$$

となる。なお、光ファイバー14、24は可撓性を有するので、それぞれ照明光11、透過光11'を伝搬させつつ、移動台15の振動を許容する。

一方試料台22は、2次元移動ステージ35に固定されている。この2次元移動ステージ35は、モータ駆動回路36から駆動電流を受けるパルスモータ37により、マイクロメータ38を介して矢印Y方向に往復移動される。それにより試料台22は移動台15に対して相対移動され、前記光点Pが試料23上を、前記主走査方向Xと直交するY方向に副走査する。なおこの副走査の所要時間は例えば1/20秒とされ、その場合、副走査幅を100 μ mとする

と、副走査速度は、

$$20 \times 100 \times 10^{-6} = 0.002 \text{ m/s} \\ = 2 \text{ mm/s}$$

と、前記主走査速度よりも十分に低くなる。この程度の副走査速度であれば、試料台22を移動させても、試料23が飛んでしまうことを防止できる。

以上のようにして光点Pが試料23上を2次元的に走査することにより、該試料23の2次元像を担持する時系列の信号SB、SG、SRが得られる。これらの信号SB、SG、SRは、例えば所定周期毎に積分する等により、画素分割された信号とされる。

また本実施例においては2次元移動ステージ35が、モータ駆動回路36から駆動電流を受けるパルスモータ40により、主、副走査方向X、Yと直交する矢印Z方向(すなわち光学系18、21の光軸方向)に移動される。こうして2次元移動ステージ35をZ方向に所定距離移動させる毎に前記光点Pの2次元走査を行なえば、合焦点面の情報のみが光検出器27、29、31によって検出される。そこで、

これらの光検出器27、29、31の出力SB、SG、SRをフレームメモリに取り込むことにより、試料23をZ方向に移動させた範囲内で、全ての面に焦点が合った画像を担う信号を得ることが可能となる。

なおピエゾ素子駆動回路34およびモータ駆動回路36、38には、制御回路41から同期信号が入力され、それにより、光点Pの主、副走査および試料台22のZ方向移動の同期が取られる。

以上説明した実施例においては、種々の変更が可能である。例えばビームコンプレッサ12でビーム径が縮小された照明光11は、屈折率分布型レンズ13で集光されてシングルモード光ファイバー14内に入射せしめられるが、この屈折率分布型レンズ13の代わりに顕微鏡対物レンズ等を用いてもよく、またシングルモード光ファイバー14は、マルチモードのものにピンホール等をつけたものでもよい。

また、受光光学系21側の集光素子である屈折率分布型レンズ25は、顕微鏡対物レンズ等であって

もよい。そして、2次元移動ステージ85に固定された試料台22をY方向に往復移動(副走査)させるための駆動源であるパルスモータ87は、エンコーダ付きのDCモータでもよく、またこのように試料台22を移動させることによって光点Pの副走査を行なう代わりに、移動台15を移動させることによって光点Pの副走査を行なうようにしてもよい。さらに移動台15の移動は積層ピエゾ素子33を利用して行なう他、例えばボイスコイルおよび超音波による固体の固有振動を利用した走査方式等を用いて行なうことも可能である。

第4図は、本発明の別の実施例であるモノクロ透過型の共焦点走査型顕微鏡を示すものである。この実施例においては、送光光学系および受光光学系と共に光源および光検出器もまた移動台に一体的に保持されており、これにより光学系がさらに簡素化されたコンパクトな共焦点走査型顕微鏡が実現されている。第4図において第1図ないし第3図と共通部分には同じ番号を付し、それらについての詳細な説明は省略する。この実施例では、

照明光11を発する光源としてレーザダイオード51が用いられており、このレーザダイオード51は移動台15に一体的に保持されている。このレーザダイオード51から発せられた照明光11は、同じく移動台15に一体的に保持された送光光学系18に直接入射し、これにより前記実施例と同様に試料23上に微小な光点Pとして結像せしめられる。一方、試料23からの光束は移動台15に一体的に保持された受光光学系21により集光され、アパーチャピンホール53を通過した後、同様に移動台15に一体的に保持された光検出器52に直接入射して、そこで結像する。この実施例においても、光点Pの2次元走査は前記実施例と同様に行なわれ、光検出器52の出力がフレームメモリに取り込まれることにより、試料23のZ方向移動範囲内で、全ての面に焦点が合った画像を担う信号が得られる。

第5図は、本発明のさらに別の実施例を示すものである。この第5図に示される実施例は、送光光学系が受光光学系としても機能する反射型共焦点走査型顕微鏡である。なおこの第5図において

も、第1図ないし第3図と共通部分には同じ番号を付し、それらについての詳細な説明は省略する(以下、同様)。

RGBレーザ10から射出された照明光11は、前記第1の実施例と同様にビームコンプレッサ12、屈折率分布型レンズ13、シングルモード光ファイバー14、送光光学系18を経て、試料23上に微小な光点Pとして結像せしめられる。試料23で反射した反射光11'の光束は、送光光学系18(受光光学系21を兼ねる)の対物レンズ17によって平行光とされ、次にコリメーターレンズ16によって集光されて、シングルモード光ファイバー14内に戻される。光ファイバー14内を伝搬した反射光11'は、屈折率分布型レンズ13、ビームコンプレッサ12を経てビームスプリッタ61に入射し、そこで反射され、ダイクロイックミラー26に入射する。ダイクロイックミラー26では青色光11Bのみが反射し、該青色光11Bは第1光検出器27によって検出される。以下第1実施例と同様に緑色光11G、赤色光11Rが各々光検出器29、31により検出され、光検

出器27、29、31の出力SB、SG、SRがフレームメモリに取り込まれることにより、試料23のZ方向移動範囲内で、全ての面に焦点が合った画像を担う信号が得られる。

次に第6図を参照して、本発明のさらに別の実施例について説明する。この第6図の装置は、モノクロ反射型の共焦点走査型顕微鏡である。この実施例においても、第4図の装置と同様に、光学系と共に光源および光検出器もまた移動台15に一体的に保持されている。

この反射型の走査型顕微鏡においては、第4図の装置において用いられた送光光学系18が受光光学系21として兼用されている。そしてこの光学系18内にはハーフミラー79が配されており、試料23で反射した反射光11'がこのハーフミラー79で反射して照明光11から分離し、光検出器52によって検出される。

次に第7図を参照して、透過型の蛍光顕微鏡として形成された実施例について説明する。この走査型蛍光顕微鏡の主要部は、第1図の装置と同様

に構成されている。そしてこの蛍光顕微鏡においては、上記のように試料72の内部から発せられた蛍光73を検出するようにしているので、試料72の内部の像を出力可能である。

次に第8図を参照して、反射型の蛍光顕微鏡として形成された実施例について説明する。この走査型顕微鏡の主要部は、第5図の装置と同様に構成されているが、この装置においては照明光源として、第7図の装置と同様にArレーザ70が用いられている。

この場合も、生物試料72内には前述した蛍光プローブが予め注入されている。照明光71の照射を受けることにより試料72から発せられた蛍光73は、反射した照明光71とともに受光光学系21により集光されて光ファイバー14内に入射し、そこを伝搬して屈折率分布型レンズ13から出射する。このレンズ13とArレーザ70との間に配されたダイクロイックミラー78は、上記蛍光73のみを反射させて光検出器75に導き、該光検出器75により蛍光73が検出される。

に構成されている。そしてこの装置においては、照明光源としてArレーザ70が用いられ、そこから発せられた例えば波長488 nm、514.5 nm等の照明光71により、試料72を2次元的に走査する。照明光走査機構としては、基本的に第1図の装置のものが用いられている。

生物試料72の細胞中には予め、Fluorescein Isothiocyanate (FITC)、Texas Red、Acridine Orange等の蛍光プローブが注入されている。このような蛍光プローブは上記波長の照明光71を受けて、固有の波長の蛍光73を発する。この蛍光73は試料72を通過し、照明光71とともに受光光学系21により集光されて光ファイバー24内に入射し、そこを伝搬して屈折率分布型レンズ25から出射する。これらの光71、73は干渉フィルタ74に遇され、そこで照明光71がカットされ、蛍光73のみが光検出器75によって検出される。

この蛍光顕微鏡においても、照明光71によって試料72を2次元的に走査することにより、光検出器75からは、試料72の2次元拡大像を示す出力S

次に第9図を参照して、透過型の蛍光顕微鏡として形成されたさらに別の実施例について説明する。この走査型顕微鏡の主要部は第4図の装置と同様に構成されているが、照明光源としては、生物試料72内に注入された蛍光プローブが形成する蛍光体の励起波長域の照明光71を発するレーザダイオード80が用いられている。

そして受光光学系21内には、第7図中のものと同様の干渉フィルタ74が配されており、生物試料72から発せられた蛍光73のみが該フィルタ74を通過して、光検出器75によって検出される。

次に第10図を参照して、反射型の蛍光顕微鏡として形成されたさらに別の実施例について説明する。この走査型顕微鏡においては、第9図の装置において用いられた送光光学系18が受光光学系21として兼用されている。そしてこの光学系18内には、第8図中のものと同様のダイクロイックミラー78が配されており、生物試料72から発せられた蛍光73がこのダイクロイックミラー78で反射して照明光71から分離し、光検出器75によって検出さ

れる。

次に第11図を参照して、本発明のさらに別の実施例について説明する。この実施例の共焦点走査型顕微鏡は、カラー画像を出力する透過型のものである。移動台15には、赤色レーザダイオード80Rと、緑色レーザダイオード80Gと、青色レーザダイオード80Bとが固定されている。各レーザダイオード80R、80G、80Bから発せられた赤色光11R、緑色光11G、青色光11Bはそれぞれ、コリメーターレンズ16R、16G、16Bによって平行光化される。赤色光11Rはダイクロイックミラー91および92を通過し、緑色光11Gはダイクロイックミラー91で反射した後ダイクロイックミラー92を通過し、そして青色光11Bはダイクロイックミラー92で反射して、1本の照明光11として合波される。

この照明光11は対物レンズ17によって集光され、試料台22に載置された試料23上あるいはその内部で、微小な光点Pに結像する。試料23を通過した透過光11'の光束は、対物レンズ19によって平行

光とされる。

この透過光11'はダイクロイックミラー26に入射し、青色光11Bのみがそこで反射する。この青色光11Bは集光レンズ20Bで集光され、アパーチャピンホール53Bを通して第1光検出器27によって検出される。ダイクロイックミラー26を通過した透過光11'は別のダイクロイックミラー28に入射し、その緑色光11Gのみがそこで反射する。この緑色光11Gは集光レンズ20Gで集光され、アパーチャピンホール53Gを通して第2光検出器29によって検出される。そして上記ダイクロイックミラー28を通過した透過光11'（すなわち赤色光11R）は集光レンズ20Rで集光され、アパーチャピンホール53Rを通して第3光検出器31によって検出される。

上記光検出器27、29、31としては例えばフォトダイオード等が用いられ、それらからは各々、試料23の拡大像の青色成分、緑色成分、赤色成分を担持する信号SB、SG、SRが出力される。なお本実施例においても、照明光走査機構としては、

例えば第1図の装置に使用されたものを用いればよい。

次に第12図を参照して、本発明のさらに別の実施例について説明する。この実施例の共焦点走査型顕微鏡は、カラー画像を出力する反射型のものである。本装置においても、移動台15には赤色レーザダイオード90Rと、緑色レーザダイオード90Gと、青色レーザダイオード90Bとが固定されている。

また送光光学系18は、基本的に第11図の装置のものと同様に形成されているが、ダイクロイックミラー92と対物レンズ17との間には、ビームスプリッタ61が配されている。照明光11は、このビームスプリッタ61を通過する。

一方、試料23で反射した反射光11'の光束は対物レンズ17で平行光とされた後、上記ビームスプリッタ61で反射して受光光学系21に入射する。この受光光学系21は、第11図の装置のものと同様に形成されている。

この実施例の装置においても、光検出器27、29、

31から各々、試料23の拡大像の青色成分、緑色成分、赤色成分を担持する信号SB、SG、SRが出力される。

次に第13図を参照して、本発明のさらに別の実施例について説明する。この第13図図示の共焦点走査型顕微鏡はモノクロ反射型のものであり、第14図は、それに用いられた走査機構の平面形状を詳しく示している。単色光レーザ100からは、単一波長の照明光11が射出される。直線偏光したこの照明光11は、P偏光状態で偏光ビームスプリッタ101の裏面101aに入射し、そこを通過する。偏光ビームスプリッタ101を通過した照明光11は、偏波面調整用の $\lambda/2$ 板102を通過し、入射用レンズ103で集光されて、偏波面保存光ファイバー104内に入射せしめられる。

この偏波面保存光ファイバー104としては、第15図に断面形状を示すように、クラッド104a内にコア104bが配され、このコア104bの両側に応力付与部104c、104cが形成されてなる、いわゆるPANDA型のものが用いられている。そ

して直線偏光した照明光11は、 $\lambda/2$ 板102を適宜回転させることにより、偏波面の向きが応力付与部104 c、104 cの並び方向、あるいはそれに直交する方向と揃う状態にして(本実施例では後者の方向、すなわち第15図の矢印U方向)、該光ファイバー104内に入射せしめられる。

この光ファイバー104の一端は移動台15に固定されており、該光ファイバー104内を伝搬した照明光11はこの一端から出射する。この際光ファイバー104の一端は、点光源状に照明光11を発することになる。移動台15には、コリメーターレンズ16および対物レンズ17からなる送光光学系(受光光学系を兼ねる)18が固定されている。なお、コリメーターレンズ16と対物レンズ17との間には、 $\lambda/4$ 板105が配設されている。

上記の照明光11はコリメーターレンズ16によって平行光とされ、 $\lambda/4$ 板105を通過して円偏光とされ、次に対物レンズ17によって集光されて、試料台22に載置された試料23上で(表面あるいはその内部で)微小な光点Pに結像する。試料23で

ることがなくなり、より大光量の反射光11'が光検出器75に導かれるようになる。また、入射用レンズ103や光ファイバー104の端面等で反射した照明光11が、光検出器75に入射することも防止され、S/Nの高い信号Sが得られるようになる。

次に、照明光11の光点Pの2次元走査について、第14図も参照して説明する。移動台15は、水平に配された音叉110の一端部に、光学系18の光軸が垂直となる状態で固定されている。この音叉110は、その基部110 aが架台32に固定されて、所定の固有振動数で振動可能となっている。そして音叉110の他端部の側方には、若干の間隔をおいて電磁石111が配設されている。

この電磁石111には、パルス電源112から、音叉110の固有振動数と等しい周波数の矩形パルス電流が印加される。こうして音叉110の他端部にパルス磁界が作用することにより、音叉110はその固有振動数で振動する。そこで、この音叉110に固定されている移動台15は、第13、14図中のX方向(水平方向)に高速で往復移動し、光点P

反射した反射光11'は旋回方向が逆向きの円偏光となり、 $\lambda/4$ 板105を通過して、偏波面の向きが照明光11のそれと直交する直線偏光とされる。この反射光11'の光束は、コリメーターレンズ16によって集光されて、偏波面保存光ファイバー104内に入射せしめられる。このときの反射光11'の偏波面の向きは、第15図の矢印V方向となる。光ファイバー104を伝搬した反射光11'はその一端から出射し、入射用レンズ103によって平行光とされる。

この反射光11'は $\lambda/2$ 板102を通過後、S偏光状態で偏光ビームスプリッタ101の膜面101 aに入射し、そこで反射する。この反射光11'は、集光レンズ108で集光され、アパーチャピンホール106を通して光検出器75によって検出される。この光検出器75からは、試料23の拡大像を担持する信号Sが出力される。

上述のように、 $\lambda/4$ 板105と偏光ビームスプリッタ101とから構成される光アイソレータを設けたことにより、反射光11'がレーザ100側に戻

の主走査がなされる。

また試料台22は架台32に対して、上記X方向に往復移動可能なX移動ステージ107 X、Z方向(光学系18の光軸方向)に往復移動可能なZ移動ステージ107 Z、およびX、Z両方向に対して直角なY方向に往復移動可能なY移動ステージ107 Yを介して取り付けられている。そこで、上記のようにして光点Pの主走査を行なうとき、同時にY移動ステージ107 Yを往復駆動させると、光点Pの副走査がなされる。

なお、光点Pの2次元走査を行なう前に、X移動ステージ107 X、Y移動ステージ107 Y、およびZ移動ステージ107 Zを適宜移動させることにより、光学系18に対する試料23の位置合わせ(視野探しおよびフォーカス調整)を行なうことができる。

また、光点Pの2次元走査を行なう毎に、Z移動ステージ107 Zを移動させることにより、試料23をZ方向に移動させた範囲内で、全ての面に焦点が合った画像を担う信号Sを得ることが可能と

なる。

(発明の効果)

以上詳細に説明した通り、本発明の共焦点走査型顕微鏡においては、送光光学系と受光光学系とを一体的に移動台に保持させ、この移動台を往復移動させて光点の主走査を行なうように構成したから、試料台を高速で移動させる必要がなく、よって試料が飛んでしまうことを防止可能で、また、高速走査も可能となる。

そして本発明の共焦点走査型顕微鏡においては、照明光ビームが振られることがないから、光学系の設計が容易となり、またガルバノメータミラーやAOD等の高価な光偏向器が不要で簡単な構造となっているから、本装置は従来の共焦点走査型顕微鏡に比べて安価に形成可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施例による共焦点走査型顕微鏡を示す概略正面図、

第2図と第3図はそれぞれ、上記共焦点走査型顕微鏡の要部を示す平面図と側面図、

第4、5、6、7、8、9、10、11、12および13図はそれぞれ、本発明の第2、3、4、5、6、7、8、9、10および11実施例による共焦点走査型顕微鏡を示す概略正面図、

第14図は、上記第11実施例の共焦点走査型顕微鏡に用いられた照明光走査機構の平面図、

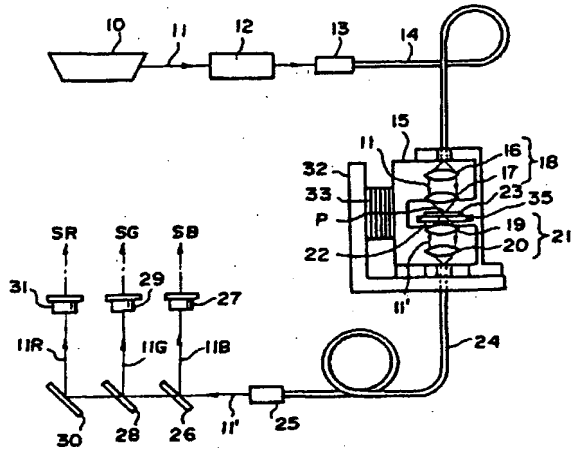
第15図は、上記第11実施例の共焦点走査型顕微鏡に用いられた偏波面保存光ファイバーの断面図である。

10…RGBレーザ 11、71…照明光
11'…透過光 11'…反射光
11B…青色光 11G…緑色光
11R…赤色光 14、24…光ファイバー
15…移動台
16、16B、16G、16R…コリメーターレンズ
17、19…対物レンズ 18…送光光学系
20、20B、20G、20R、108…集光レンズ
21…受光光学系 22…試料台
23、72…試料
26、28、78、91、92…ダイクロイックミラー

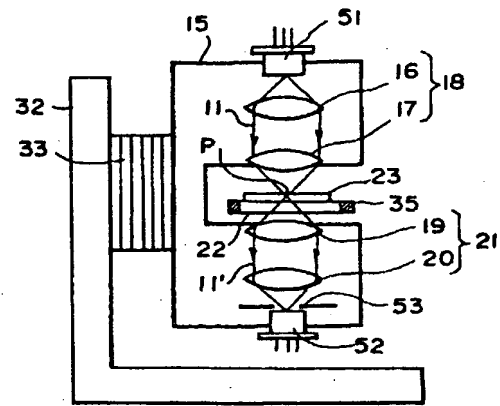
27、29、31、52、75…光検出器
30…ミラー 32…架台
33…積層ピエゾ素子 34…ピエゾ素子駆動回路
35…2次元移動ステージ
36、39…モータ駆動回路 37、40…パルスモータ
38…マイクロメータ 41…制御回路
51、80…レーザダイオード
53、53B、53G、53R、106…アパーチャピンホール
61…ビームスプリッタ 70…Arレーザ
73…蛍光 74…干渉フィルタ
79…ハーフミラー
90B…青色レーザダイオード
90G…緑色レーザダイオード
90R…赤色レーザダイオード
100…単色光レーザ
101…偏光ビームスプリッタ
102…λ/2板 103…入射用レンズ
104…偏波面保存光ファイバー
105…λ/4板

107 X…X移動ステージ
107 Y…Y移動ステージ
107 Z…Z移動ステージ
110…音叉 111…電磁石
112…パルス電源

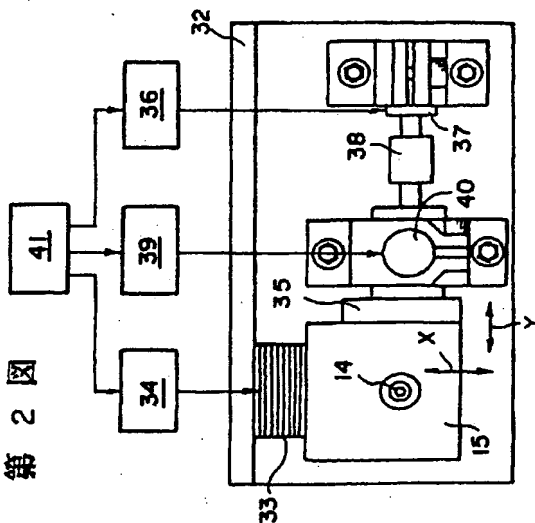
第 1 図



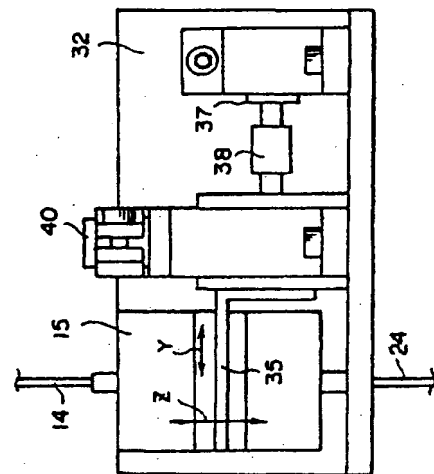
第 4 図



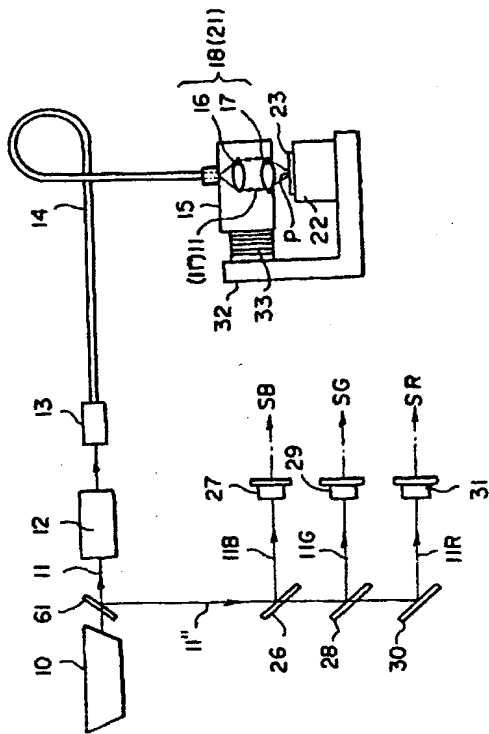
第 2 図



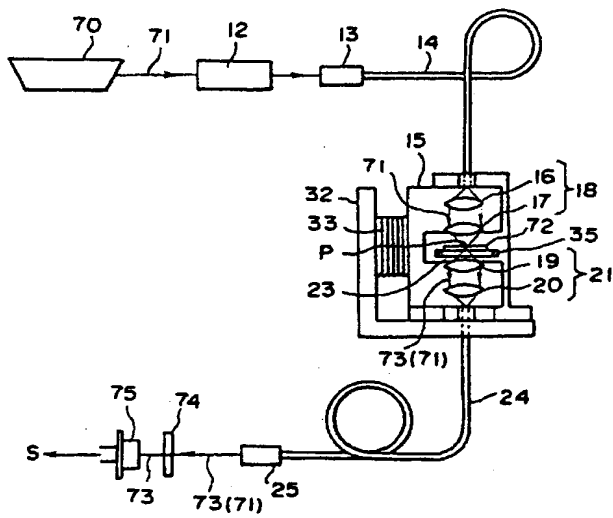
第 3 図



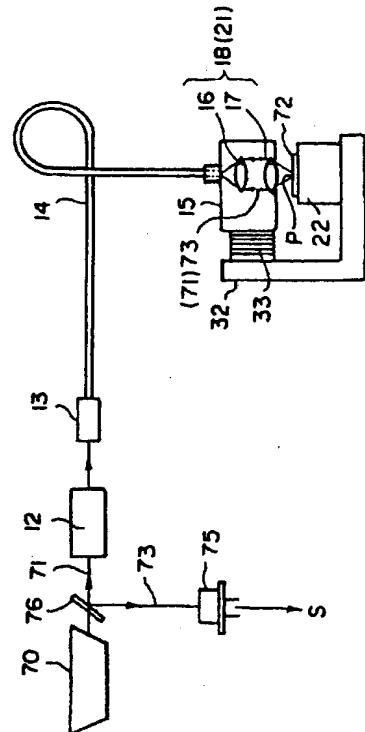
第 5 図



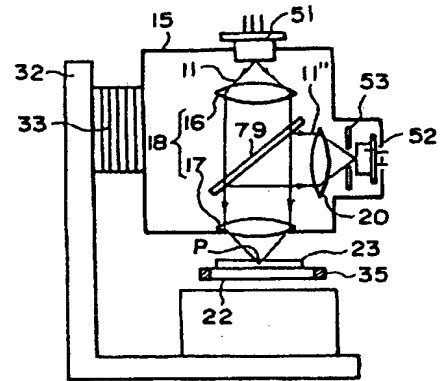
第 7 図



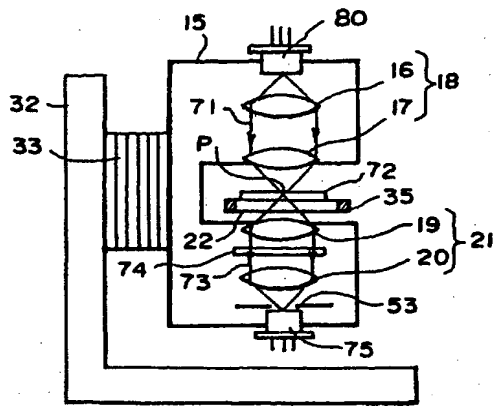
第 8 図



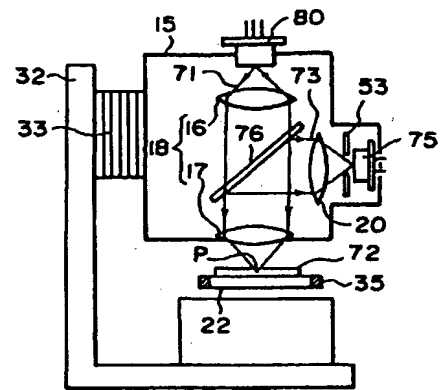
第 6 図



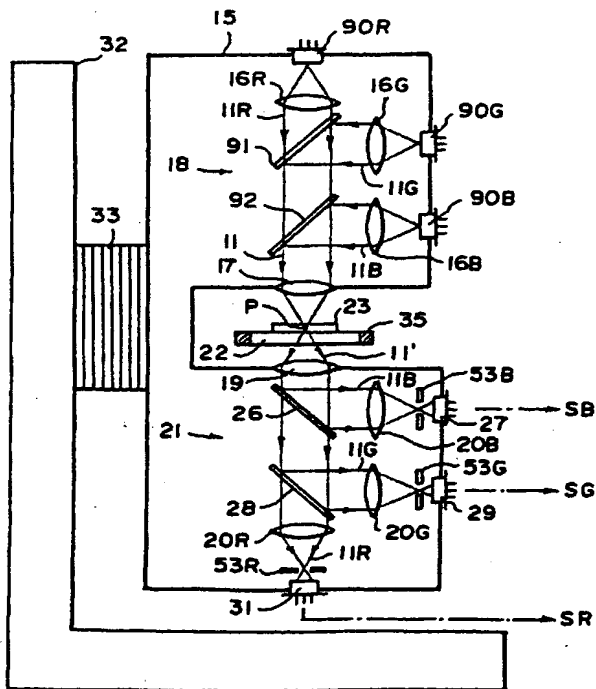
第 9 図



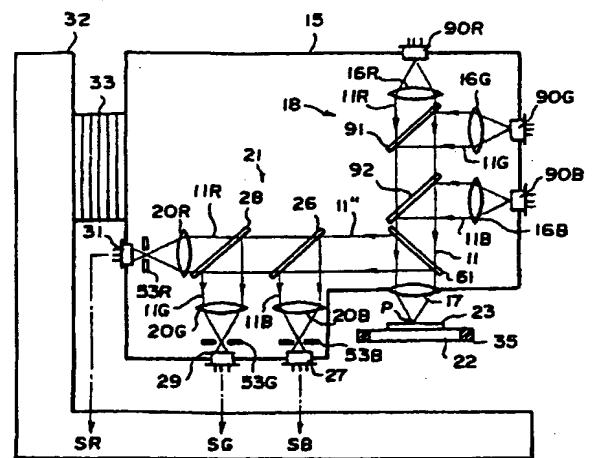
第 10 図



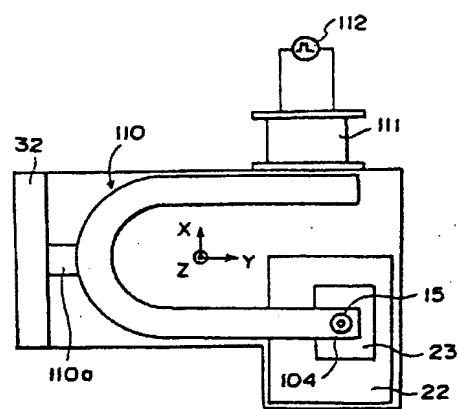
第 11 図



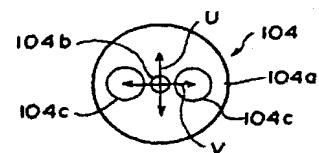
第 12 図



第 14 図



第 15 図



第 13 図

